

как у выпускаемых промышленностью массовых кремниевых фотоэлектрических преобразователей 12-15 %)

У двигателей Стирлинга есть большое будущее и уже сегодня двигатели с внешним подводом тепла имеют право на конкурентное существование

#### *Библиографический список*

1. Уокер М. Двигатель Стирлинга. М.: Машиностроение, 1985.
2. Электронные ресурсы: [www.stirling.ru](http://www.stirling.ru), [www.youtube.com](http://www.youtube.com).
3. Ридер Г., Хупер С. Двигатели Стирлинга / пер. англ. М.: Мир, 1986.

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ «ВЭУ-ПЛЭН»**

*Пронин Н.В.*

*Южно-Уральский государственный университет  
nikita\_energy@mail.ru*

Электрическая система отопления «ВЭУ-ПЛЭН» позволяет обогревать помещения при помощи пленочных электронагревателей (ПЛЭНов), используя в качестве источника энергии ветроэнергетическую установку ВЭУ-3 (3 кВт). Принцип работы ПЛЭНов основан на инфракрасном обогреве предметов (пол, стены), которые, в свою очередь, остывая, конвективно отдают тепло воздуху.

Всю систему можно условно разделить на две части:

- 1) ВЭУ-3 – АКБ;
- 2) АКБ – ПЛЭН;

Наличие в системе АКБ играет очень важную роль. Кроме запаса энергии аккумуляторная батарея позволит покрыть пик потребления энергии при запуске системы.

Ветроэнергетическая установка работает на заряд аккумуляторной батареи. Данный участок цепи питания нагрузки реализуется с достаточно большой степенью трудности на базе интеллектуального контроллера, архитектура которого подвергается ряду изменений и доработок. Основываясь на внешних параметрах (ток заряда АКБ, ток нагрузки, мгновенная располагаемая мощность), контроллер должен обеспечивать оптимальную работу системы для возможности обеспечения комфортных условий проживания.

Естественно, что чем лучше будет теплоизолировано (как минимум соответствие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий и сооружений») здание (помещение), тем меньше будет величина кондуктивных теплопотерь, а, следовательно, минимум потребляемой энергии, как в режиме пуска, так и в рабочем режиме [1, 2]. Поэтому максимальная степень теплоизоляции один из главных факторов высокой эффективности работы системы «ВЭУ-ПЛЭН».

Непосредственно нагрузка (ПЛЭН) питается на напряжении 48 DCV. ПЛЭН разогревается до температуры  $+45^{\circ}\text{C}$ . С поверхностями, температура которых отлична от  $+45^{\circ}\text{C}$ , происходит лучистый теплообмен. В свою очередь, интенсивность такого теплообмена будет зависеть от характеристик и геометрии самих поверхностей, а, именно, степени черноты ( $\varepsilon$ ) и коэффициента облученности ( $\varphi_{1-2}$ ) [3]. Чем больше значение  $\varepsilon$  (не может превышать 1) в инфра-

красном спектре, тем большее количество тепла способна принять поверхность, участвующая в лучистом теплообмене. Коэффициент  $\varphi_{1-2}$  показывает долю лучистого потока, падающего на обогреваемую поверхность, от всего потока, излучаемого элементами отопления. Данный параметр для всех случаев возможного расположения поверхностей в помещении, может быть определен по графическим зависимостям [3], откуда становится понятно, что с увеличением высоты помещения доля теплового потока, приходящаяся на пол, уменьшается, а по отношению к стенам увеличивается.

Отопление помещения с помощью ПЛЭНов не допускает наличия сквозняков. Кроме того, ограждающие конструкции должны обладать максимальной теплоустойчивостью. Теплоустойчивость – это свойство ограждения сохранять относительное постоянство температуры при периодических изменениях тепловых воздействий на его поверхностях [3]. По этой причине, например, не стоит использовать систему «ВЭУ-ПЛЭН» для обогрева помещений с ограждающими конструкциями на основе пенопласта («быстровозводимые» дома).

Использование обычных терморегуляторов может привести к завышению уровня потребляемой энергии, так как они обладают погрешностью регулирования  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . А увеличение установленной температуры на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводит к завышению потребления энергии на 5 %. Поэтому целесообразно использовать цифровые датчики температуры совместно с микроконтроллерными системами управления. В этом случае погрешность регулирования составляет  $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, целесообразно разделять, как минимум, два режима обогрева. Например:

1) Режим энергосбережения ( $12\text{--}14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Нижняя граница должна быть не ниже точки росы. Такой режим позволит не разморозить помещение и значительно сократить потребление энергии во время отсутствия людей.

2) Режим комфорта ( $19\text{--}21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). За счет высокой динамики за короткий период времени создаются условия, благоприятные для проживания людей.

Переключение между режимами может осуществляться дистанционно посредством GSM – модулей, что повышает привлекательность такой системы для удаленных районов. Кроме того, известно, что при инфракрасном обогреве чувство комфорта достигается при более низких температурах воздуха ( $17\text{--}18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), чем при конвективном способе обогрева [3]. Также инфракрасное тепло высушивает теплоизоляционные материалы, снижает их коэффициент теплопроводности, и как следствие, более низкие потери тепла, чем при конвективном теплообмене [3].

Запуск системы при отрицательных температурах окружающей среды определяет наибольший по значению ( $200\text{ Вт}/\text{м}^2$ ) и по продолжительности пик потребления энергии, что крайне нежелательно. Систему необходимо запускать при первых устойчивых похолоданиях (лето – начало осени).

Нехватка установленной мощности (при обогреве нескольких помещений) является одной из главных проблем. Предусматривается несколько вариантов решения:

- применение реле отключения неприоритетной нагрузки (некоторые помещения обогреваются по остаточному принципу);
- поочередное включение помещений на равные промежутки времени;
- использование 2-х и более ВЭУ;
- использование ВЭУ большей мощности;
- сопряжение системы «ВЭУ-ПЛЭН» с другими источниками энергии (солнечная батарея, дизель – генератор, электрические сети);
- использование системы «ВЭУ-ПЛЭН» в качестве дополнительного отопления;
- применение АКБ большей емкости;
- снижение как тепловых потерь, так и электрических при преобразовании энергии.

Таким образом, сформулированы основные факторы, соблюдение которых, в значительной степени обусловит наличие комфортных условий проживания при минимальном расходе электроэнергии, полученной от возобновляемого источника. Высокая динамика отопительной системы, ее простота монтажа, доступный альтернативный источник энергии делают систему «ВЭУ-ПЛЭН» широко востребованным продуктом, скорейшая конечная коммерциализация которого является важнейшей задачей.

#### *Библиографический список*

1. Пронин Н.В. Энергосберегающая технология отопления с использованием ветроэнергетических установок// Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады 16-19 ноября 2009г., научно-практической конференции и выставки студентов, аспирантов и молодых ученых / Н.В. Пронин, Е.В. Соломин. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. С. 492-495.
2. Пронин Н.В. Использование ветроэнергетических установок для обеспечения энергосберегающей системы отопления жилых помещений // Альтернативная энергетика и энергосбережение в регионах России: материалы научно-практического семинара / Н.В. Пронин, И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин, И.Н. Панасюк. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2010. С. 65-69.
3. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) / В.Н. Богословский. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1982. 415 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

*Разживина М.А., Михайлишин Е.В.*  
*УрФУ*

*E-mail: mihailishin@mail.ru*

Современные общественные здания - многофункциональные предприятия, которые включают в себя помещения различного назначения. Энергоёмкость инженерного оборудования таких зданий (особенно систем вентиляции и кондиционирования воздуха, определяющих комфортность среды обитания и здоровья людей), а, следовательно, и капитальные затраты для создания микроклимата достаточно большие. При реконструкции таких зданий постройки 20–70-х годов прошлого века с учётом современных требований требуются значи-